



71 Anmelder:

Rhein-Bonar Kunststoff-Technik GmbH, 6832
Hockenheim, DE; Plasma Electronic GmbH, 7024
Filderstadt, DE

74 Vertreter:

Ratzel, G., Dipl.-Chem. Dr. rer. nat., Pat.-Anw., 6800
Mannheim

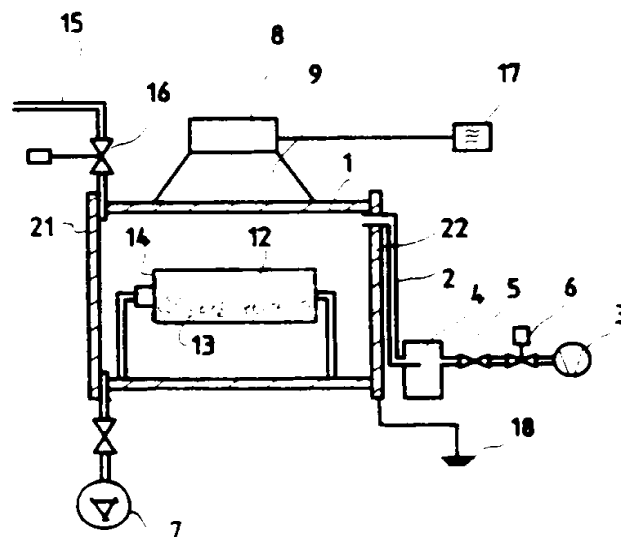
72 Erfinder:

Liehr, Klaus-Dieter, Dipl.-Ing., 6720 Speyer, DE;
Kunisch, Gerhard, 6830 Schwetzingen, DE;
Grünwald, Heinrich, Dipl.-Chem. Dr., 7413
Gomaringen, DE; Goldemann, Hagen, 7022
Leinfelden-Echterdingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von thermoplastischen Kunststoffteilen mit Hilfe von Niedertemperaturplasmen

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung, mit deren Hilfe die Eigenschaften thermoplastischer Kunststoffe zum Zwecke der Herstellung von Kunststoffteilen mit Hilfe von Niedertemperaturplasmen verbessert werden, wobei das zur Herstellung dieser Kunststoffteile verwendete noch pulver- oder granulatformige Kunststoffmaterial vor der endgültigen Formgebung den verschiedenen Verfahrensparametern unterworfen wird. Dies erfolgt bevorzugterweise in einer Vorrichtung, in der dieses Granulat oder Pulver ausgebreitet und umverteilt wird, wobei dies z. B. innerhalb einer drehbaren Trommel erfolgt, welche innerhalb einer Vakuumkammer angeordnet ist, aus der eine Vakuumleitung ausführt und mindestens eine Gasleitung einführt. Innerhalb dieser Vorrichtung erfolgt darüber hinaus das Etablieren und Aufrechterhalten des notwendigen Vakuums und die Erzeugung des niederen Temperaturplasmas.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Herstellung von thermoplastischen Kunststoffteilen mit Hilfe von Niedertemperaturplasmen.

Kunststoffteile können mit Hilfe von Niedertemperaturplasmen in verschiedener Weise veredelt werden. So kann die Oberflächenenergie einer Vielzahl von Kunststoffen durch Behandlung mit Niedertemperaturplasmen einfacher Gase, wie Sauerstoff, Luft, Stickstoff, Helium, Argon oder Wasserstoff erhöht werden, so daß Lacke, Klebstoffe oder Druckfarben zur Haftung gebracht werden können.

Durch die Einwirkung von Niedertemperaturplasmen inerte Gase, insbesondere von Argon, Helium, können die Moleküle innerhalb einer dünnen Oberflächenschicht von Kunststoffen untereinander vernetzt und so die thermische Beständigkeit gesteigert werden.

Desweiteren ist es möglich durch Abscheidung organischer Schichten aus Niedertemperaturplasmen die Permeation, z. B. von Kohlenwasserstoffen, durch Kunststoffe drastisch zu verringern.

Durch Abscheidung von Schichten mit überwiegend oder völlig anorganischem Charakter können auf Kunststoffteilen transparente Schutzschichten erzeugt werden.

Ferner ist es bekannt, durch Zersetzung flüchtiger Metallverbindungen im Niedertemperaturplasma metallische Schichten abzuscheiden.

Gemeinsam ist diesen Verfahren, daß auf den Kunststoffteilen durch Modifikation oder Beschichtung eine neue Oberfläche geschaffen wird, das Kunststoffmaterial darunter aber nicht meßbar verändert wird.

Dies hat die Konsequenz, daß bei Verletzung dieser neuen Oberfläche das nicht veränderte Kunststoffmaterial zutage tritt, das die gewünschte Eigenschaft, z. B. Lackierbarkeit, nicht aufweist.

Die zur Behandlung gesamter Kunststoffteile verwendeten Niederdruckplasma-Kammern müssen entsprechend der Form und Größe der Kunststoffteile ausgelegt werden, was zur Konstruktion einer Vielzahl von Spezialanlagen mit jeweils geringer Stückzahl geführt hat. Nachteilig ist bei dreidimensionalen Kunststoffteilen, insbesondere Hohlkörpern, daß die Ausnutzung des Volumens der Niedertemperaturplasma-Kammern unbefriedigend ist, da die Kunststoffteile den Niedertemperaturplasma frei zugänglich sein müssen und bzw. nicht hintereinander gesteckt werden dürfen.

Es ist zum Stand der Technik zählend, anorganische Stoffe mit Niederdruckplasma zu behandeln, da im vorliegenden Fall das Substrat mit einem anorganischen Substrat keinerlei Berührungspunkte hat, ist dieser Stand der Technik außer Betracht zu lassen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, das/die es ermöglicht, die mit Niedertemperaturplasmen typischer Weise erzielten Effekte auf das Innere von Teilen aus thermoplastischen Kunststoffen auszudehnen. Die hierzu verwendete Vorrichtung soll das Volumen der Niedertemperaturplasma-Kammer zu einem hohen Grad ausnutzen, weitestgehend von der Form der Kunststoffteile unabhängig und somit standardisierbar sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der zur Herstellung der Kunststoffteile verwendete pulver- oder granulatförmige Rohstoff mit Niedertemperaturplasmen behandelt wird, bevor aus diesem durch entsprechende Kunststoffverarbeitungsverfahren ein

Halbzeug oder Bauteil geformt wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bleiben die Effekte der Plasmabehandlung ausreichend lange (vorzugsweise mehrere Wochen) auf der Pulverkornoberfläche erhalten und auch nach entsprechender Verarbeitung des Pulvers oder Granulat durch übliche Kunststoffverarbeitungsverfahren, wie z. B. Spritzgießen oder Blasen und/oder Rotationsformung, wirksam.

Bei den üblichen Kunststoffverarbeitungsverfahren werden Pulver- oder Granulatkörner durch Temperatur- und Scherwirkung plastifiziert, aufgeschmolzen und zu einem Halbzeug oder Fertigteil geformt. Die Oberfläche der Körner reißt auf und verschmilzt mit dem Nachbarkorn bzw. dessen Oberfläche. Auf diese Weise erhält man eine homogene Schmelze, in der sich statistisch verteilt ehemalige Kornoberflächen befinden.

Je größer bei dem ursprünglich behandelten Pulverkorn die Oberfläche im Verhältnis zum Kornvolumen ist und je dichter die Eindringtiefe der Behandlung erfolgt, um so höher ist die Verteilung behandelter Bereiche in der Kunststoffschmelze bzw. letztendlich im Bauteil.

Etwa in diesem Verhältnis können am Bauteil auch die vorgenannten Eigenschaften wiedergefunden werden.

Durch die Behandlung thermoplastischer Kunststoffpulver oder Granulate mit Niedertemperaturplasmen lassen sich, je nach Art der eingesetzten Gase, unterschiedliche Effekte erzielen.

Es ist hierbei insbesondere auf das sogenannte Plasma-Aktivieren hinzuweisen.

Hierbei können unter Verwendung von O_2 , N_2 , Mischungen von O_2 und N_2 , N_2O , CO_2 , NH_3 , H_2 , CF_4 , SF_6 , NF_3 alleine oder im Gemisch mit Edelgasen bzw. Mischungen von CF_4 , SF_6 oder NF_3 mit O_2 und/oder Edelgasen (vorzugsweise He oder Ar) als Entladungsgas die Kunststoffe hydrophiliert und somit lackierbar, verklebbar, bedruckbar, beschäum- oder beflockbar gemacht werden.

Bei Verwendung von fluorhaltigen Gasen wie CF_4 , SF_6 oder NF_3 und genügend langer Behandlungsdauer lassen sich Kunststoffe hydrophob und damit z. B. klebstoff-, lack- oder bedruckungs- und beschäumungsabweisend ausrüsten.

Die Behandlung im Niedertemperaturplasma kann bei einem Prozeßdruck von 1 Pa bis 300 Pa, vorzugsweise 10 bis 100 Pa einer Leistungsdichte von 0,3 bis 30 W/dm², vorzugsweise 1 bis 20 W/dm² und einer Behandlungsdauer von 1 sec bis 15 min durchgeführt werden.

Ein weiterer Effekt wird durch das sogenannte Vernetzen erzielt. Kunststoffe aus wenig oder unverzweigten Molekülen, z. B. Polyethylen, können durch Reinwirkung von N_2 -, H_2 - oder Edelgas-Niedertemperaturplasmen vernetzt werden. Durch Einbetten derart vernetzten Materials können die thermischen und mechanischen Eigenschaften von Thermoplasten, z. B. die Kerschlagzähigkeit und die Wärmeformbeständigkeit verbessert werden.

Der Prozeßdruck liegt zwischen 1 Pa und 300 Pa, vorzugsweise zwischen 10 und 100 Pa, die Leistungsdichte zwischen 0,3 und 30 W/dm², vorzugsweise zwischen 2 und 20 W/dm².

Die Dauer der Niedertemperaturplasmabehandlung liegt zwischen 1 min und 120 min, vorzugsweise zwischen 2 und 30 min.

Besonders vorteilhaft ist eine Kombination der Behandlung zum Vernetzen mit einer anschließenden Behandlung zum Aktivieren.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht im

Verbund mit Plasmapolymerschichten. Mittels Niedertemperaturplasma lassen sich aus organischen Gasen oder Dämpfen sogenannte Plasmapolymere als Schichten abscheiden. Diese Schichten sind typischerweise hoch vernetzt und damit mechanisch, thermisch und chemisch sehr stabil. Durch Einbau geeigneter chemischer Funktionen lassen sich darüber hinaus Eigenschaften wie Hydrophilie, Hydrophobie oder elektrische Leitfähigkeit erzielen. Mit Hilfe der Erfindung lassen sich derartige Schichten mit thermoplastischen Kunststoffen vermischen und so neue Verbundmaterialien herstellen. Desweiteren läßt sich die mechanische Stabilität (Zähigkeit, Druckfestigkeit und Wärmeformbeständigkeit) z. B. von Polyethylen durch Behandlung von Granulat mit Niedertemperaturplasma beispielsweise unter Verwendung von Ethylen oder anderer hinreichend flüchtigender Kohlenwasserstoffe als Entladungsgas deutlich verbessern. Durch Zusatz von O_2 zum Entladungsgas kann das thermoplastische Basismaterial darüber hinaus hydrophil und somit z. B. lack-, bedruck-, verschäum-, beflock- und verklebbar modifiziert werden. Alternativ kann durch Verwendung z. B. einer Mischung von 2-Chloracrylnitril und Jod als Entladungsgas das thermoplastische Basismaterial antistatisch ausgerüstet werden.

Der Druck des Niedertemperaturplasmas liegt bei dieser Ausgestaltung der Erfindung im Bereich von 1 bis 200 Pa, vorzugsweise zwischen 5 und 100 Pa.

Die Leistungsdichte zwischen 1 und 100 W/dm², vorzugsweise zwischen 2 und 50 W/dm². Die Behandlungsdauer bemißt sich nach der gewünschten Schichtdicke und beträgt typischerweise mindestens 1 Minute.

Ferner ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich einen Verbund mit anorganischen nichtmetallischen Werkstoffen zu schaffen. Durch Zersetzung flüchtiger Verbindungen von Halbmetallen oder Metallen im Niedertemperaturplasma, z. B. ihrer Halogenide, Hydride, Carbonyle oder Organyle, gegebenenfalls unter Zusatz oxidierender (O_2 , N_2O , N_2) und/oder reduzierender (NH_3 , H_2 , ...) und/oder inerten Hilfsgase (He oder Ar), lassen sich auch nichtmetallische anorganische Werkstoffe mit thermoplastischen Kunststoffen verbinden. In der Regel ist es erwünscht, Bestandteile des oxidierenden oder reduzierenden Hilfsgases in die Schicht einzubauen, z. B. O_2 in Oxidschichten oder den Stickstoff von NH_3 in Nitrilschichten. Im Gegensatz zu dem Verbund mit Metallschichten müssen diese Hilfsgase im Niedertemperaturplasma im deutlichen Überschuß vorhanden sein.

Ebenso ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren der Verbund mit Metallschichten durchführbar. Durch Zersetzung flüchtiger Metallverbindungen, z. B. von Metallhalogeniden, -hydriden, -carbonylen oder metallorganischen Verbindungen im Niedertemperaturplasma, gegebenenfalls unter Beimischung von reduzierenden und/oder oxidierenden Hilfsgasen wie Sauerstoff und/oder Wasserstoff oder inerten Hilfsgasen, wie He oder Ar, können in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung Metallschichten in das thermoplastische Basismaterial eingelagert werden.

Reduzierende Hilfsgase wie H_2 oder NH_3 haben dabei die Funktion, die Abtrennung der Halogene aus dieser Verbindung mit Metallen zu fördern. Oxidierende Hilfsgase wie O_2 oder N_2O fördern das Abtrennen organischer Reste vom Metall und bewirken so eine Verminderung des Restgehalts an Kohlenstoff in der abgeschiedenen Metallschicht.

Inerte Hilfsgase, insbesondere Edelgase, werden zu-

gesetzt, um die Reaktion zu beschleunigen (sensitivieren) bzw. das Niedertemperaturplasma zu stabilisieren oder leichter zündbar zu machen.

Hierdurch können thermoplastische Kunststoffe elektrisch leitend gemacht werden. Dies bietet die Möglichkeit, sie zur Herstellung elektromagnetisch abschirmender Gehäuse für elektronische Geräte zu verwenden. Der Druck des Niedertemperaturplasmas liegt hierbei im Bereich von 1 bis 200 Pa, bevorzugt 1 bis 20 Pa, die Leistungsdichte zwischen 1 und 80 W/dm², bevorzugt zwischen 1 und 50 W/dm². Auch hier bemißt sich die Behandlungsdauer im Plasma nach der gewünschten Dichte oder Metallschicht. Sie beträgt üblicherweise 2 Minuten und mehr.

Mit der zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgeschlagenen Vorrichtung wird das Etablieren und Aufrechterhalten des notwendigen Vakuums um die Erzeugung des Niedertemperaturplasmas erreicht bzw. durchgeführt. Das Ausbreiten und Umverteilen des zu behandelnden Pulvers und/oder Granulats erfolgt derart, daß die Oberflächen aller Pulver- und/oder Granulatkörner im gleichen Maße durch das Niederdruckplasma behandelt werden.

Anhand den beigefügten Zeichnungen, die besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung zeigen, wird diese nun näher beschrieben.

Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des vorgeschlagenen Verfahrens,

Fig. 2 eine Ausführungsvariante und

Fig. 3 eine weitere Ausführungsvariante der vorliegenden Vorrichtung.

Eine Vakuumkammer 1, die im wesentlichen aus einem Quarzzylinder besteht, der an den Enden mit zwei Metallplatten, die als Vorderwand 21 und Rückwand 22 dienen, verschlossen ist, ist über eine Pumpleitung 2 mit einer Vakuumpumpe 3 verbunden.

Ein Staubfilter 4 verhindert das Eindringen von Staub in die Pumpleitung 2, die mit einem Schließventil 5 verschlossen werden kann. Ein Drosselventil 6 ermöglicht eine Verringerung des Saugvermögens der Pumpe 3. Der Druck in der Vakuumkammer 1 kann mit einer Vakuummeßeinrichtung 7 bestimmt werden. Zur Erzeugung des Niedertemperaturplasmas wird durch die Quarzzylinderwand der Vakuumkammer 1 hindurch eine hochfrequente Wechselspannung angelegt. Hierzu wird beispielsweise eine von einem Magnetron 8 erzeugte Mikrowelle von 2,45 GHz über einen Hornstrahler 9 durch den als Vakuumfenster dienenden Quarzzylinder in die Vakuumkammer 1 eingespeist. Alternativ ist es möglich, eine Radiofrequenzspannung von typischer Weise 13,56 oder 27,12 MHz über halbschalenförmig an den Quarzzylinder herumgelegte Kupferelektroden 10, 11 (siehe Fig. 2) in den Gasraum innerhalb der Vakuumkammer 1 einzuspeisen.

Zum Ausbreiten und Umverteilen des zu behandelnden Pulvers und/oder Granulats ist innerhalb der Vakuumkammer eine drehbare PTFE-Trommel 12 angebracht, die zumindest nahe ihrer Längsachse an den Stirnseiten Bohrungen 14 zum Zwecke des Gasaustauschs aufweist. Durch Drehen mittels eines hier nicht gezeigten Antriebsmotors wird das zu behandelnde Pulver oder/und Granulat 13 entlang der Trommelinnenwand ausgebreitet und beim Herabfallen umverteilt.

Das Prozeßgas oder Prozeßgasgemisch wird über eine oder mehrere Gaszuführleitungen 15 zugeführt, über ein bzw. mehrere Durchflußregler 16 dosiert und durch

eine oder mehrere Bohrungen nahe der vorderen Stirnseite der Drehtrommel eingelassen.

Für große Mengen (über 5 Liter) zu behandelnden Pulvers oder Granulats ist es vorteilhaft, Vakuumkammer 1 und Drehtrommel 12 aus Metall, z. B. Edelstahl oder Aluminium zu fertigen.

Hierbei muß die Mikrowelle über ein gesondertes Quarz- oder PTFE-Vakuumfenster in die Vakuumkammer 1 und die Drehtrommel 12 eingespeist werden. Soll alternativ mit einer Radiofrequenzspannung gearbeitet werden, so ist diese über eine oder mehrere innerhalb der Drehtrommel 12 befindlichen, bevorzugt starrförmigen Elektroden 19 einzuspeisen, wie dies beispielsweise in Fig. 3 dargestellt ist.

Letztere Anordnung bietet den Vorteil, daß auch deutlich weniger hochfrequente Spannungen als 13,56 MHz, die durch Quarz und andere Dielektrika hindurch nicht eingespeist werden können, z. B. Spannungen im Bereich von 20 bis 450 KHz oder auch Gleichspannung verwendet werden können. Als Gegenelektrode fungiert üblicherweise die an Masse liegende Vakuumkammer 1 oder die Drehtrommel 12.

Es muß hierbei gewährleistet sein, daß das behandelnde Pulver und/oder Granulat bei zu raschem Anpumpen durch zwischen den Körnern eingeschlossene Luft nicht schlagartig auseinandergeblasen wird, so daß es sich im ganzen Vakuumsystem der Vorrichtung verteilt. Hierbei würde die Funktion insbesondere der Vakuummeßeinrichtung, Ventilen und/oder der Vakuumpumpe gestört. Es ist deshalb vorteilhaft, das Saugvermögen der Vakuumpumpe z. B. durch entsprechendes Öffnen des Drosselventils 6 langsam zu steigern. Zusätzlich ist es von Vorteil die Einmündung der Pumpleitung 2 entgegen verbreiteter Konvention der Vakuumtechnik an die höchste Stelle der Vakuumkammer 1 zu verlegen und zusätzlich mit einem Staubfilter zu schützen.

Anhand eines Beispiels wird das erfindungsgemäße Verfahren nun näher beschrieben.

Eine Vorrichtung gemäß Fig. 1 ist mit einer PTFE-Drehtrommel 12 ausgestattet, die nicht nur nahe ihrer

Langsachse, sondern auch in ihrem Umfang zahlreiche Perforationen aufweist. Der Quarzzyylinder hat ein Volumen beispielsweise von 25 dm³, die Drehtrommel 12 eines von 15 dm³. Zwei Kilo Polyethylenpulver werden in ein Säckchen aus PTFE-Gewebe gefüllt, daß Säckchen verschlossen und in die Drehtrommel 12 gebracht. Die Drehtrommel 12 sowie eine in die Vorderwand 21 eingebaute Kammer für werden geschlossen und die Vakuumkammer bei rotierender Drehtrommel 12 über die Pumpleitung 2 evakuiert. Nach Erreichen eines Drucks von 10 Pa wird durch die Gaszufuhrleitung 15 ein durch den Durchflußregler 16 auf 400 cm³/min (STP) eingestellter O₂-Strom zudosiert. Durch das Drosselventil 6 wird das Saugvermögen der Vakuumpumpe 3 derart reduziert, daß sich ein Druck von 100 Pa in der Vakuumkammer einstellt.

Hierauf wird durch den Hornstrahler 9 eine vom Magnetron 8 erzeugte Mikrowellenstrahlung mit einer Leistung von 300 Watt bei einer Frequenz von 2,45 GHz in die Vakuumkammer eingespeist, wodurch sich ein Niedertemperaturplasma etabliert. Nach 3 min Dauer wird die Mikrowellenstrahlung abgeschaltet, die Pumpleitung 2 mit Hilfe des Schließventils 5 unterbrochen und die Vakuumkammer über ein hier nicht dargestelltes Belüftungsventil belüftet. Das Polyethylenpulver wird aus dem Säckchen in eine Rotationsform umgefüllt. Anschließend wird durch Rotationsschmelzen aus dem Polyethylenpulver ein Behälter geformt, der eine Oberflä-

chenspannung von 52 mN/m aufweist und somit gut verschäumbar bzw. lackierbar ist.

Eine Vorrichtung gemäß der Fig. 3, die darüber hinaus mittels einer Schwenkvorrichtung 20 versehen ist, hat beispielsweise ein Volumen der Vakuumkammer von 100 dm³. Das Volumen der Drehtrommel 12 beträgt beispielsweise 50 dm³. Die Perforation (nicht dargestellt) befindet sich nur an den Stirnseiten, nahe der Langsachse. Innerhalb der Drehtrommel ist eine Stabelektrode angeordnet.

Diese Vorrichtung wird mit ca. 10 kg Polyethylengranulat beschickt. Bei langsam (10 U/min) drehender Drehtrommel 12 wird mit solcher Geschwindigkeit evakuiert, daß ein Wegblasen des Granulats 13 vermieden wird. Hierbei wird das zunächst weitgehend geschlossene Drosselventil 6 mit Fortschreiten der Pumpdauer zunehmend geöffnet. Bei Erreichen eines Drucks von 5 Pa wird ähnlich, wie zuvor beschrieben, ein Gasstrom vom 1500 cm³/min (STP) Ethylen eingestellt und bei einem Druck von 25 Pa durch Einschalten der Radiofrequenz, 13,56 MHz, (800 Watt) das Niedertemperaturplasma etabliert.

Nach 15 min Dauer wird der Gasstrom des Ethylens auf 800 cm³/min (STP) reduziert und gleichzeitig ein Gasstrom von 800 cm³ (STP) O₂ eingelassen. Nach weiteren 3 min wird schließlich der Gasstrom des Ethylens völlig abgestellt und das Niedertemperaturplasma bei konstantem O₂-Gasstrom noch 2 min aufrecht erhalten. Der Druck wird hierbei durch Betätigen des Drosselventils 6 bei 25 Pa konstant gehalten. Anschließend wird analog des ersten Verfahrensbeispiels der Prozeß beendet und das Granulat entnommen.

Durch Rotationsschmelzen wird aus dem Granulat ein Behälter geformt, dessen Wandmaterial eine Oberflächenspannung von 52 mN/m und eine gesteigerte Kerbschlagzähigkeit aufweist.

Bezugszeichenliste

- 1 Vakuumkammer
- 2 Pumpleitung
- 3 Vakuumpumpe
- 4 Staubfilter
- 5 Schließventil
- 6 Drosselventil
- 7 Vakuummeßeinrichtung
- 8 Magnetron
- 9 Hornstrahler
- 10 Metallelektrode
- 11 Metallelektrode
- 12 Trommel
- 13 Granulatpulver
- 14 Bohrungen
- 15 Gaszufuhrleitung
- 16 Durchflußregler
- 17 Spannungsversorgung
- 18 Masse
- 19 Stabelektrode
- 20 Schwenkvorrichtung
- 21 Vorderwand
- 22 Rückwand
- 23 Antriebsmotor

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von thermoplastischen Kunststoffteilen mit Hilfe von Niedertemperaturplasmen, dadurch gekennzeichnet, daß der

zur Herstellung der Kunststoffteile verwendete noch pulver- oder granulatförmige Kunststoff vor der endgültigen Formgebung mit Niedertemperaturplasma behandelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffpulver und/oder -granulate einer Plasma-Aktivierung unterzogen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffpulver und/oder -granulate zum Zwecke der Lackierbarkeit, Verkleb-, Bedruck-, Beschäum- oder Beflockbarkeit hydrophiliert werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydrophilierung unter Verwendung von O_2 , N_2 oder Mischungen aus O_2 und N_2 , oder N_2O , CO_2 , NH_3 , H_2 , CF_4 , SF_6 , NF_3 bzw. Mischungen von CF_4 , SF_6 oder NF_3 mit O_2 und/oder Edelgasen als Entladungsgas erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Edelgase He oder Ar eingesetzt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die pulver- und/oder granulatförmigen Kunststoffe zum Zwecke der Erzielung einer Abweisungseigenschaft gegenüber Klebstoff, Lack sowie zum Zwecke der Bedruckungs- und Beschäumungsabweisung hydrophobiert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die hydrophobe Ausrüstung der pulver- und/oder granulatförmigen Kunststoffe durch Niedertemperaturplasma mit fluorhaltigen Gasen erfolgt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur hydrophoben Ausrüstung der pulverförmigen und/oder granulatförmigen Kunststoffe CF_4 , SF_6 oder NF_3 herangezogen wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung im Niederdruckplasma bei einem Prozeßdruck von 1 Pa bis 300 Pa erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlung im Niederdruckplasma bei einer Leistungsdichte von 0,3 bis 30 W/dm² erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Behandlungsdauer zwischen 1 sec bis 15 min beträgt.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Kunststoffe aus wenig oder unverzweigten Molekülen, wie z. B. Polyethylen vernetzt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Vernetzung durch Einwirkung von N_2 , H_2 - oder Edelgas-Niedertemperaturplasmen erfolgt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung der thermischen und mechanischen Eigenschaften von Thermoplasten, z. B. die Kerbschlagzähigkeit und die Wärmebeständigkeit durch eine Einbettung des vernetzten Materials erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßdruck zwischen 1 Pa und 300 Pa, die Leistungsdichte zwischen 0,3 und 30 W/dm² und die Behandlungsdauer der Niedertemperaturplasmaabehandlung zwischen 1 min und 120 min beträgt.

16. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des Niedertemperaturplasmas aus organischen Gasen oder Dämpfen plasmapolymerische Schichten auf dem Kunststoffgranulat oder -Pulver abgeschieden werden.

17. Verfahren nach Anspruch 1 und mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der Schaffung von Verbundstoffen/ Materialien plasmapolymerische Schichten mit thermoplastischen Kunststoffen vermischt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 1 bis 10 und mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der mechanischen Stabilitätsverbesserung von Polyethylen das Granulat mit Niedertemperaturplasma unter Verwendung von Ethylen oder einem anderen Kohlenwasserstoff genügender Flüchtigkeit als Entladungsgas behandelt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß dem Entladungsgas zum Zwecke der Erreichung einer hydrophilen Eigenschaft und somit z. B. der Lackier-, Bedruck-, Verschäum-, Beflock- und Verklebbarkeit des thermoplastischen Basismaterials O_2 zugesetzt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der antistatischen Ausrüstung des thermoplastischen Basismaterials eine Mischung von 2-Chloracrylnitril und Jod als Entladungsgas verwendet wird.

21. Verfahren nach Anspruch 1 und 16 bis 20 sowie mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck des Niedertemperaturplasmas im Bereich von 1 bis 200 Pa, die Leistungsdichte zwischen 1 und 100 W/dm² und die Behandlungszeit (im Niedertemperaturplasma) oberhalb von 1 min liegt.

22. Verfahren nach Anspruch 1 und mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch Zersetzung flüchtiger Verbindungen von Halbmetallen oder Metallen im Niedertemperaturplasma, die Verbindung des thermoplastischen Kunststoffs mit nichtmetallischen anorganischen Werkstoffen erfolgt.

23. Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Zersetzung der flüchtigen Verbindungen von Halbmetallen oder Metallen im Niedertemperaturplasma, z. B. ihre Halogenide, Hydride, Carbonyle oder Organyle unter Zusatz oxidierender und/oder reduzierender und/oder inerte Hilfgase erfolgt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß als oxidierender Zusatz O_2 , N_2O oder N_2 verwendet wird.

25. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß als reduzierender Zusatz NH_3 oder H_2 verwendet wird.

26. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß als inerte Hilfgase He oder Ar herangezogen werden.

27. Verfahren nach Anspruch 1 und 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß Bestandteile des oxidierenden oder reduzierenden Hilfgases in die Schichten eingebaut werden.

28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß O_2 in die Oxidschicht eingebaut wird.

29. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß N von NH_3 in Nitridschichten einge-

haut wird.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsgase im Niedertemperaturplasma im deutlichen Überschuß vorliegen.

31. Verfahren nach Anspruch 1 und mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die pulver- oder granulatförmigen Teile des thermoplastischen Basismaterials im Plasma beschichtet werden und dann die Einlagerung von Metallschichten durch Einschmelzen der pulver- oder granulatförmigen Teilchen erfolgt.

32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die Einbettung der Metallschichten das thermoplastische Basismaterial durch die Zersetzung von Metallhalogeniden-, hydriden-, carbon- 15 n- oder metallorganischen Verbindungen im Niedertemperaturplasma erfolgt.

33. Verfahren nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Zersetzung flüchtiger Metallverbindungen unter Beimischung von reduzierenden und/oder oxidierenden Hilfsgasen, wie Sauerstoff und/oder Wasserstoff oder inerten Hilfsgasen, wie He oder Ar erfolgt.

34. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß mittels den reduzierenden Hilfsgasen, wie H_2 oder NH_3 die Abtrennung der Halogene aus den Metallverbindungen unterstützt wird.

35. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß zur Unterstützung zur Abtrennung organischer Reste von Metall, Hilfsgase wie O_2 oder N_2O herangezogen werden, derart, daß eine Verminderung des Restgehaltes an Kohlenstoff in der abgeschiedenen Metallschicht erzielt wird.

36. Verfahren nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß zur Sensitivierung der Reaktion bzw. zur Stabilisierung bzw. leicht Zündbarmachung des Niedertemperaturplasmas inerte Hilfsgase, insbesondere Edelgase zugesetzt werden.

37. Verfahren nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck des Niedertemperaturplasmas im Bereich von 1 bis 200 Pa, die Leistungsdichte zwischen 1 und $80 W/dm^2$ und die Behandlungsdauer oberhalb 2 min beträgt.

38. Verfahren nach Anspruch 1 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß dieses in einer Vorrichtung erfolgt, in welcher das notwendige Vakuum etabliert und aufrechterhalten wird, die Erzeugung des Niedertemperaturplasmas erfolgt und das zu behandelnde Pulver und/oder Granulat derart ausgebreitet und umverteilt wird, daß die Oberflächen aller Pulver- und/oder im gleichen Maße durch das Niederdruckplasma behandelt werden.

39. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß diese aus einer über Pumpleitungen (2) mit einer Vakuumpumpe (3) verbundenen Vakuumkammer (1) besteht, die eine innerhalb des Vakuumraumes angeordnete drehbare Trommel (12) aufweist, die zumindest nahe ihrer Längsachse an den Stirnseiten Bohrungen (14) zum Zwecke des Gasaustauschs aufweist und daß in die Vakuumkammer (1) mindestens eine Gaszufuhrleitung (15) einführt.

40. Vorrichtung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuumkammer (1) aus einem Quarzzylinder geschaffen ist.

41. Vorrichtung nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß der Quarzzylinder an den Enden

mit jeweils einer, die Vorderwand (21) und die Rückwand (22) bildenden Metallplatte verschlossen ist.

42. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß der Pumpleitung (2) stromungs- 5 mäßig ein Staubfilter (4), Schließventil (5) und Drosselventil (6) zugeordnet ist.

43. Vorrichtung nach Anspruch 39 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß der Vakuumkammer (1) eine Vakuummeßeinrichtung (7) zugeordnet ist.

44. Vorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß der in die Vakuumkammer (1) einführenden Gaszufuhrleitung (15) ein Durchflußregler (16) zugeordnet ist.

45. Vorrichtung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuumkammer (1) und Trommel (12) aus Metall geschaffen sind.

46. Vorrichtung nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, daß die Vakuumkammer und die Drehtrommel jeweils ein Quarz- oder PTFE-Vakuumfenster aufweisen.

47. Vorrichtung nach Anspruch 39 und 40 und mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zwecke der Erzeugung des Niedertemperaturplasmas durch die Quarzzylinderwand der Vakuumkammer hindurch eine hochfrequente Wechselspannung angelegt wird, indem über einen Magnetron (8) erzeugte Mikrowelle von 245 GHz über einen Hornstrahler (9) durch den als Vakuumfenster dienenden Quarzzylinder in die Vakuumkammer eingespeist wird.

48. Vorrichtung nach Anspruch 39 und 40 und mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in den Gasraum innerhalb der Vakuumkammer eine Radiofrequenzspannung von 13,56 oder 27,12 MHz über halbschalenförmige, um den Quarzzylinder herumgelegte Metallelektroden (10, 11) erfolgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

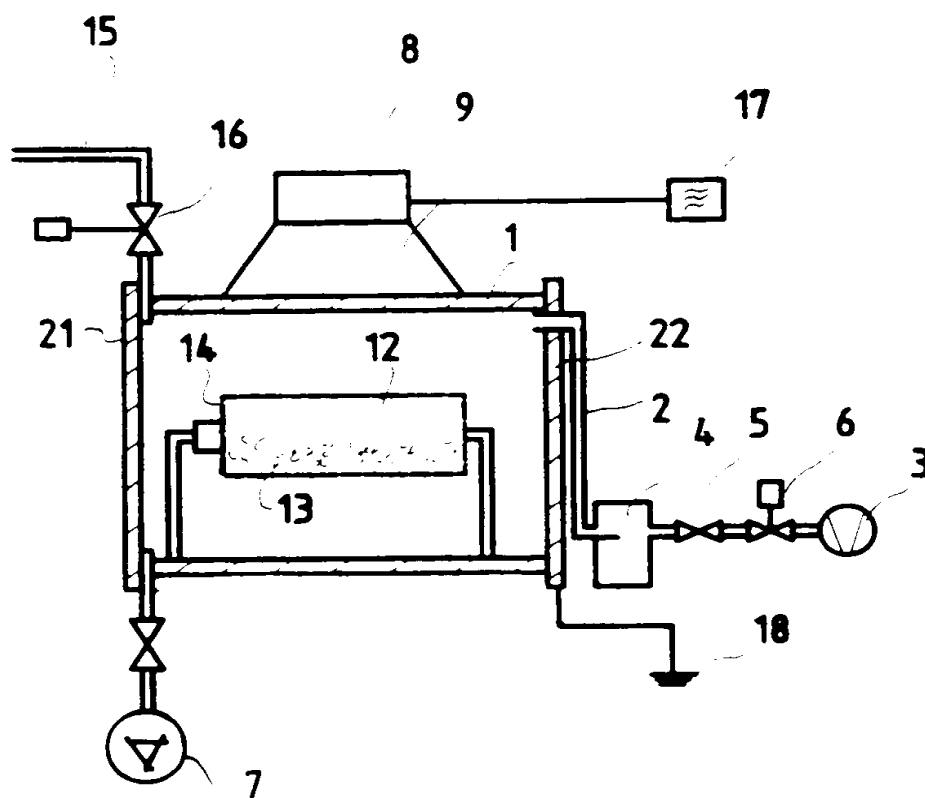


Fig.1

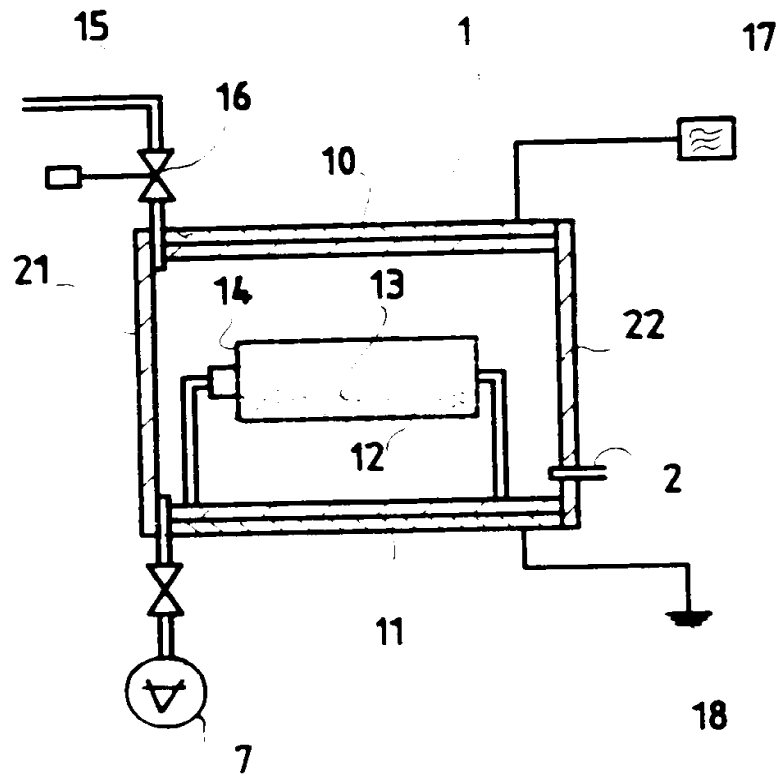


Fig. 2

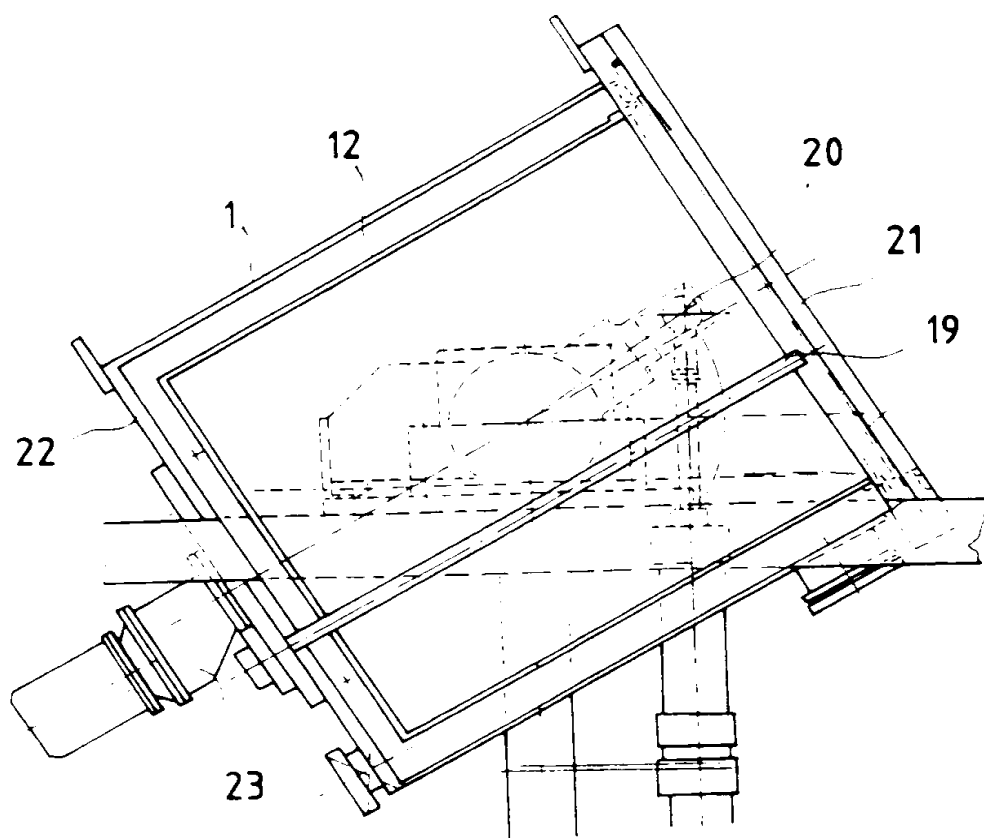


Fig.3